



U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE  
PATENT AND TRADEMARK OFFICE

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT		Docket Number: <b>10191/3533</b>	Conf. No. <b>2912</b>
Application Number <b>10/761,483</b>	Filing Date <b>January 20, 2004</b>	Examiner <b>Van Thanh Trieu</b>	Art Unit <b>2636</b>
Invention Title <b>INTERFERENCE MEASURING PROBE</b>		Inventor(s) <b>BREIDER et al.</b>	

Commissioner for Patents  
P. O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

SIR:

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on

Date: 6/7/06

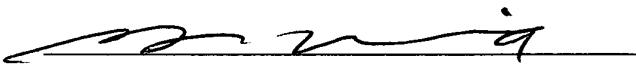
Signature: J. Ramos

A claim to the Convention Priority Date pursuant to 35 U.S.C. § 119 of German Application No. 103 01 607.4 filed on January 17, 2003 in the Federal Republic of Germany was previously made. To complete the claim to the Convention Priority Date, a certified copy of the priority application is enclosed.

No fee is believed to be required. However, if a fee is required, the Commissioner is authorized to charge Deposit Account **11-0600**, of Kenyon & Kenyon LLP.

Dated:

6/7/06

  
Gerard A. Messina, Reg. No. 35,952

KENYON & KENYON LLP  
One Broadway  
New York, N.Y. 10004  
(212) 425-7200 (telephone)  
(212) 425-5288 (facsimile)  
Customer No. 26646

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 01 607.4

**Anmeldetag:** 17. Januar 2003

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH,  
70469 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Interferenzmesssonde

**IPC:** G 01 B 9/02

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 15. Januar 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident

Im Auftrag

Wallner

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**



A 9161  
06/00  
EDV-L

30.12.2002-6/GÖ

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Interferenzmesssonde

Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Messen der Lage von wenigstens einer Prüffläche zu einer Referenzprüffläche mit einer Interferenzmesssonde, die einen ersten Messstrahl abstrahlt, der hinsichtlich der Referenzprüffläche ausgerichtet ist.

20

Bei der mechanischen Teilverarbeitung werden zum Vermessen von Oberflächen, z.B. zum Messen des Fluchtens von Rotationsinnenflächen wie z.B. Bohrungen oder Konussen, mechanische Taster oder Interferenzmesssonden eingesetzt.

25

Solche mechanischen oder optischen Messsonden tasten ein Werkstück punktweise ab. Zur Erfassung einer oder mehrerer Flächen des Werkstücks werden die Messsonden und das Werkstück in Bezug aufeinander verschoben und aufeinander ausgerichtet, und in einem bestimmten Raster werden weitere Messpunkte abgetastet. Soll das Fluchten von Rotationsinnenflächen vermessen werden, so müssen im einfachsten Fall zwei Innenflächen abgetastet werden, deren Lage zueinander bestimmt wird. Werden dazu Interferenzmesssonden verwendet, so muss der Messstrahl

30

orthogonal auf die jeweilige Prüffläche auftreffen und das Modulationsinterferometer auf den optischen Weg zur jeweiligen Prüffläche abgestimmt werden, d.h. der bei entsprechender Positionierung der Messsonde auf oder nahe bei der jeweiligen Prüffläche liegende Fokussier- oder Brennpunkt des Messstrahls muss einen bestimmten Abstand zu dem Modulationsinterferometer einhalten.

Insbesondere bei der Vermessung von Flächen, die nicht parallel oder konzentrisch zueinander ausgerichtet sind, ergibt sich hier eine aufwendige Umrüstung der Messvorrichtung, damit das senkrechte Auftreffen des Messstrahls auf die jeweilige Prüffläche gewährleistet ist. Diese nach der Vermessung einer ersten Prüffläche, hier auch als Referenzprüffläche bezeichnet, und vor der Vermessung einer zweiten dazu schräg liegenden Prüffläche notwendige Umrüstung muss hochgenau erfolgen, damit der Bezug auf die Referenzprüffläche nicht verloren geht.

#### 20 Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Vermessen von wenigstens einer Prüffläche und einer Referenzprüffläche mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass wenigstens ein zweiter Messstrahl abgestrahlt wird, der hinsichtlich wenigstens der wenigstens einen Prüffläche ausgerichtet ist. Korrespondierend hat die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Vermessen von wenigstens einer Prüffläche und einer Referenzprüffläche mit den Merkmalen des Anspruchs 9 demgegenüber den Vorteil, dass die Interferenzmesssonde wenigstens einen zweiten Messstrahl abstrahlt, der hinsichtlich wenigstens der wenigstens einen Prüffläche ausgerichtet ist. Vorteilhafter Weise wird durch das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße

Vorrichtung bei dem Vermessen von wenigstens einer Prüffläche und einer Referenzprüffläche die Lage von wenigstens einer Prüffläche zu einer Referenzprüffläche gemessen.

5

Demzufolge kann mit einer erfindungsgemäßen Interferenzmesssonde auf sehr einfache Weise die genaue Lage von Prüfflächen zueinander festgestellt werden, ohne dass ein Umrüsten der Messvorrichtung notwendig ist, da sowohl ein auf die Referenzprüffläche ausgerichteter Messstrahl, als auch mindestens ein auf wenigstens die wenigstens eine weitere Prüffläche ausgerichteter zweiter Messstrahl vorhanden ist. Auf diese Weise braucht die Interferenzmesssonde lediglich zur Erfassung einer jeweiligen Prüffläche oder der Referenzprüffläche positioniert werden, wodurch der Bezug zwischen der wenigstens einen Prüffläche und der Referenzprüffläche auf keinen Fall verloren geht.

10

15

20

25

Weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Vermessen von wenigstens einer Prüffläche und einer Referenzprüffläche ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibung.

30

Wird jeder Messstrahl durch Zerlegung eines Lichtstrahls erzeugt, vorzugsweise mittels eines Spiegelprismas, so ist eine besonders einfache Anpassung von bekannten Interferenzmesssonden und damit arbeitenden Interferometern möglich. Anstelle eines den Messstrahl in einem bestimmten Winkel ablenkenden Spiegels wird ein in der Messsonde erzeugter oder in diese eingeleiteter Lichtstrahl in mehrere Messstrahlen geteilt, die jeweils in einem bestimmten Winkel abgelenkt werden, um hinsichtlich der durch den jeweiligen

5        Messstrahl zu vermessenden Prüffläche oder Referenzprüffläche ausgerichtet zu sein. Alternativ könnten in der Messsonde aber auch mehrere Lichtstrahlen erzeugt werden oder in die Messsonde eingeleitet werden, wobei aus jedem Lichtstrahl wenigstens ein Messstrahl erzeugt wird.

10      Weisen alle Messstrahlen einen gleich langen optischen Weg auf, so kann ein die Überlagerung von Messstrahl und reflektiertem Messstrahl auswertendes Interferometer alle Messstrahlen ohne weitere Maßnahmen auf die gleiche Weise auswerten, ohne dass eine neue Abstimmung nötig ist.

15      Ist ein Messstrahl orthogonal auf eine Prüffläche oder die Referenzprüffläche ausgerichtet, so kann die Überlagerung des Messstrahls mit dem reflektierten Messstrahl in besonders einfacher Weise erfolgen und es braucht hierfür kein komplizierter optischer Aufbau in der Messsonde vorgesehen zu sein.

20      Wird in einer Messposition der Interferenzmesssonde nur ein Messstrahl auf eine Prüffläche oder auf die Referenzprüffläche fokussiert, vorzugsweise durch geeignete Wahl der Ablenkung aller von der Interferenzmesssonde abgestrahlten Messstrahlen, so kann eine besonders einfache Auswertung erfolgen, da in jeder Messposition jeweils nur ein Messstrahl, für den die Messsonde in Bezug auf die jeweilige zu vermessende Prüffläche oder Referenzprüffläche positioniert ist, ein verwertbares Ergebnis liefert.

25      30      Wenn in einer Messposition der Interferenzmesssonde wenigstens zwei unterschiedlich polarisierte Messstrahlen auf unterschiedliche Flächen der wenigstens einen Prüffläche und der Referenzprüffläche fokussieren, vorzugsweise durch Wahl der geeigneten Ablenkung der Messstrahlen, wobei die

einzelnen die jeweilige Ablenkung definierenden Spiegelflächen die unterschiedliche Polarisation verursachen, vorzugsweise durch unterschiedliche auf die einzelnen Spiegelflächen aufgebrachte dielektrische 5 Schichten, so braucht die Messsonde zur Vermessung von der wenigstens einen Prüffläche zu der Referenzprüffläche nicht notwendiger Weise neu positioniert werden, da unter Berücksichtigung der Polarisierung eine Auswertung der 10 einzelnen Messsignale erfolgen kann. In diesem Fall ist eine besonders genaue und fehlerunanfällige Erfassung der Lage der vermessenden Flächen zueinander möglich, durch die möglichen und zur Auswertung unterscheidbaren 15 Polarisierungen sind hier jedoch Grenzen bezüglich der Anzahl der in einer Messposition zueinander vermessbaren Flächen gegeben.

Sind in einer Messposition der Interferenzmesssonde wenigstens zwei Messstrahlen auf unterschiedliche Flächen der wenigstens einen Prüffläche und der Referenzprüffläche 20 fokussierbar, die vorzugsweise über einen elektrischen Verschluss im Zeitmultiplex fokussiert werden, so ergibt sich hinsichtlich des zuvor beschriebenen Aufbaues nun ein komplizierterer Aufbau für die Interferenzmesssonde, es sind jedoch keine durch mögliche Polarisierungen verursachte 25 Grenzen gesetzt, sondern es kann eine beliebige Anzahl von Messstrahlen erzeugt werden, die in einer jeweiligen Messposition aufeinanderfolgend abgefragt werden können. Die zuvor beschriebenen drei unterschiedlichen Möglichkeiten der Fokussierung können beliebig miteinander kombiniert werden.

30 Weisen alle zur Bildung der Messstrahlen verwendeten Bauteile eine zumindest teilweise zylindrische Außenform mit gleichem Außendurchmesser auf und sind sie in ein Zentrierrohr mit entsprechendem Innendurchmesser eingebaut,

so wird der mechanische Aufwand für die Montage der Interferenzmesssonde durch eine wenigstens teilweise automatische Ausrichtung der notwendigen Bauteile verringert.

5

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung werden vorzugsweise verwendet, um das Fluchten von verschiedenen Rotationsinnenflächen zu vermessen. Es ist jedoch auch möglich, dass andere Eigenschaften der zu vermessenden Oberflächen erfindungsgemäß besonders einfach vermessen werden können, wie z.B. deren Rauhheit. Hierbei braucht zwar keine relative Lage der Prüfflächen zueinander bzw. zu der Referenzprüffläche berücksichtigt werden und es braucht nicht darauf geachtet zu werden, dass dieser Bezug durch die Messung selbst nicht verloren geht, aber durch die Ausrichtung der einzelnen Messsträhle auf die jeweilige Prüffläche bzw. Referenzprüffläche wird auch hier eine Umrüstung der Interferenzmesssonde vermieden.

10

15

20

#### Zeichnung

25

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Zeichnungsbeschreibung. Die Zeichnung, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination, die der Fachmann zweckmäßiger Weise auch einzeln betrachten und/oder zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen wird. Es zeigen:

30

Fig. 1 den Aufbau einer erfindungsgemäßen Messsonde mit zwei Messstrahlen;

Fig. 2 die in der Fig. 1 gezeigte Interferenzmesssonde in einer ersten Messposition zum Abtasten einer

Führungsbohrung eines Common-Rail-Ventilkörpers;  
und

Fig. 3 die in der Fig. 1 gezeigte Interferenzmesssonde  
5 in einer zweiten Messposition zum Abtasten eines  
Ventilsitzes des in der Fig. 2 gezeigten Common-  
Rail-Ventilkörpers.

10 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Interferenzmesssonde, die entsprechend einem Mireau-Interferometer mit zwei Messstrahlen aufgebaut ist. Das Ende eines Einmoden-Lichtwellenleiters 1, durch den ein Lichtstrahl 5 in die Interferenzmesssonde geführt wird, wird durch ein Zentrierteil 2 zu einer optischen Achse 3 eines dem Einmoden-Lichtwellenleiter 1 nachgeschalteten optischen Systems 4 ausgerichtet. Das optische System 4 dient der Fokussierung des aus dem Einmoden-Lichtwellenleiter 1 austretenden Lichtstrahls 5. Hinter dem optischen System 4 befindet sich in dem Strahlengang des Lichtstrahls 5 ein Strahlungsteiler 8, der aus zwei Planspiegelflächen 9, 9' besteht und durch diese jeweils einen Messstrahl 11, 11' erzeugt. Ein erster Messstrahl 11 wird durch eine erste Planspiegelfläche 9 so erzeugt, dass er auf die Rotationsinnenfläche einer Führungsbohrung 6 des zu vermessenden Bauteils ausgerichtet ist, die z.B. die Referenzprüffläche sein kann, und ein zweiter Messstrahl 11' wird von einer zweiten Planspiegelfläche 9' so erzeugt, dass er auf die Rotationsinnenfläche eines Ventilsitzes 6' des zu vermessenden Bauteils ausgerichtet ist, die z.B. die wenigstens eine Prüffläche sein kann. Hierfür wird der erste Messstrahl 11 im Wesentlichen senkrecht von der Interferenzmesssonde abgestrahlt und der zweite Messstrahl

11' wird von der Interferenzmesssonde im Wesentlichen in einem Winkel von 45° zu deren Spitze abgestrahlt, d.h. in Richtung des Strahlungsteilers 8.

5 In der Fig. 1 ist diejenige Lage der Interferenzmesssonde dargestellt, in der der zweite Messstrahl 11' auf den Ventilsitz 6' eines Common-Rail-Ventilkörpers fokussiert ist und somit den Ventilsitz 6' abtasten kann, während der erste Messstrahl 11 kein Messsignal liefert, da sich in dieser 10 Messposition der Messsonde keine abzutastende Fläche im Messbereich des ersten Messstrahls 11 befindet, wie es nachfolgend auch in Bezug auf die Fig. 3 nochmals erläutert wird.

15 Um mit dem ersten Messstrahl 11 die Führungsbohrung des Common-Rail-Ventilkörpers abtasten zu können, muss die Interferenzmesssonde axial und radial derart verschoben werden, dass der Brennpunkt des Messstrahls 11 auf der Führungsbohrung 6 zu liegen kommt. In dieser Lage der Messsonde liefert dann der zweite Messstrahl 11' kein 20 Messsignal, da sich keine abzutastende Fläche in seinem Messbereich befindet, wie es nachfolgend noch detailliert in Bezug auf die Fig. 2 beschrieben wird.

25 Um eine Interferenz zu erhalten, d.h. das Mireau-Interferometer aufzubauen, ist auf der Ausgangsfläche des Einmoden-Lichtwellenleiters 1 eine teildurchlässige Verspiegelung 7 angebracht, die alternativ auch auf einer zu dem Lichtstrahl 5 ausgerichteten brechenden Planfläche 30 angebracht sein könnte, wobei sich die Planfläche im parallelen Strahlengang oder in der Zwischenbildebene oder in der Objektebene des optischen Systems 4 befinden könnte. Das optische System 4 kann mit einer Indexgradientenlinse

oder einer oder mehreren sphärischen oder asphärischen Linsen verwirklicht werden.

Die auf die Wellenlänge des Lichtstrahls 5 abgestimmte  
5 Verspiegelung des Strahlenteilers 8 kann durch Metallbedampfung oder dielektrische Schichten hergestellt werden. Eine durch die Kreuzung der beiden Spiegelflächen 9, 9' erzeugte Kante 10 sollte möglichst scharf sein. Deswegen wird der Strahlungsteiler 8 vorzugsweise aus sehr hartem  
10 Material hergestellt, wie z.B. Saphir. Die Lage der Kante 10 im Lichtstrahl 5 hängt von den in den Messstrahlen 11, 11' gewünschten Lichtströmen ab. Soll der Lichtstrahl 5 in mehr als zwei Messstrahlen geteilt werden, ergibt sich anstelle  
15 der Kante 10 eine Spitze, die sonstige Funktionsweise und der sonstige Aufbau der Interferenzmesssonde ergeben sich jedoch auch gemäß dieser aufgrund der einfacheren Darstellbarkeit gewählten Beschreibung.

Die erste Planspiegelfläche 9 weist zu der optischen Achse 3  
20 einen ersten Winkel 12 auf und die zweite Planspiegelfläche 9' weist zu der optischen Achse 3 einen zweiten Winkel 12' auf. Mit diesen Winkeln 12, 12' des Strahlungsteilers 8 können die Messstrahlen 11, 11' in die gewünschten  
25 Richtungen abgelenkt werden. Damit die Messstrahlen 11, 11' jeweils orthogonal auf die von diesen zu vermessenden Flächen auftreffen, d.h. der erste Messstrahl 11 auf die Rotationsinnenfläche der Führungsbohrung 6 und der zweite  
30 Messstrahl 11' auf die Rotationsinnenfläche des Ventilsitzes 6', müssen die Winkel 12, 12' etwas kleiner als die Hälfte des gewünschten Ablenkwinkels der Messstrahlen 11, 11' gewählt sein. Für einen Einmoden-Lichtwellenleiter 1 mit einer numerischen Ausgangsappatur von 0,12 gilt z.B., dass der erste Winkel 12 etwa  $43^\circ$  beträgt, wenn der erste  
35 Messstrahl 11 um  $90^\circ$  zur optischen Achse 3 abgelenkt werden

soll und dass der zweite Winkel  $11'$  etwa  $21^\circ$  beträgt, wenn der zweite Messstrahl  $11'$  um  $45^\circ$  zur optischen Achse 3 abgelenkt werden soll.

5 Ein Mantel 13 des Lichtwellenleiters 1, das Zentrierteil 2, das optische System 4 und der Strahlungsteiler 8 werden durch ein Zentrierrohr 14 ausgerichtet. Das Zentrierrohr 14 hat zwei Öffnungen 15, 15' für die Messstrahlen 11, 11', nämlich eine erste Öffnung 15 für den ersten Messstrahl 11 und eine zweite Öffnung 15' für den zweiten Messstrahl 11'.  
10 Der Strahlungsteiler 8 kann so viele Spiegelflächen aufweisen, wie Messstrahlen gewünscht werden. Diese bestimmen auch die Anzahl der Öffnungen im Zentrierrohr 14.

15 Die Messung des Fluchtens wird in den Fig. 2 und 3 im gleichen Abbildungsverhältnis am Beispiel des Common-Rail-Ventilkörpers nochmals gezeigt und in Bezug auf dieses beschrieben. Dabei soll das Fluchten des Ventilsitzes 6' bezüglich der Führungsbohrung 6 geprüft werden, die 20 Rotationsinnenfläche der Führungsbohrung 6 dient also als Referenzprüffläche und die Rotationsinnenfläche des Ventilsitzes 6' als Prüffläche, deren Lage zu der Referenzprüffläche vermessen werden soll.

25 Die Fig. 2 zeigt die erfindungsgemäße Interferenzmesssonde in einer ersten Messposition zum Abtasten der Rotationsinnenfläche der Führungsbohrung 6 mit Hilfe des ersten Messstrahls 11. Der zweite Messstrahl 11' für die Abtastung der Rotationsinnenfläche des Ventilsitzes 6' erzeugt dabei kein Messsignal, da die von dem zweiten 30 Messstrahl 11' getroffene Rotationsinnenfläche der Führungsbohrung 6 außerhalb des Messbereichs des zweiten Messstrahls 11' liegt. Bei der Abtastung bleibt die Messsonde unbeweglich, während sich der Ventilkörper um die

Bohrungsachse dreht. Selbstverständlich kann auch der Ventilkörper unbeweglich bleiben, während sich die Messsonde dreht.

5 Die Fig. 3 zeigt die erfindungsgemäße Interferenzmesssonde in einer zweiten Messposition zum Abtasten der Rotationsinnenfläche des Ventilsitzes 6' mit Hilfe des zweiten Messstrahls 11'. Der erste Messstrahl 11 für die Abtastung der Führungsbohrung 6 erzeugt dabei kein  
10 Messsignal, da eine von dem ersten Messstrahl 11 getroffene Bohrungsfläche 16, welche einen größeren Durchmesser als die Führungsbohrung 6 aufweist, außerhalb des Messbereichs des ersten Messstrahls 11 liegt. Auch hier bleibt bei der  
15 Abtastung die Messsonde unbeweglich, während sich der Ventilkörper auf die Bohrungsachse dreht. Es ist jedoch auch hier möglich, dass bei der Abtastung der Ventilkörper unbeweglich bleibt, während sich die Messsonde bewegt.

20 Um von der in der Fig. 2 gezeigten ersten Messposition zum Abtasten der Rotationsinnenfläche der Führungsbohrung 6 in die in der Fig. 3 gezeigte zweite Messposition zum Abtasten der Rotationsinnenfläche des Ventilsitzes 6' zu gelangen, muss die Messsonde in axialer Richtung und in radialer  
25 Richtung verschoben werden, im vorliegenden Fall z.B. um ca. 3 mm in axialer Richtung und um ca. 0,1 mm in radialer Richtung.

30 Wie in den Fig. 2 und 3 dargestellt, kann am Ende der erfindungsgemäßen Messsonde zusätzlich eine vorzugsweise aus Rubin hergestellte Kugel befestigt werden, wodurch die Messsonde zusammen mit der entsprechenden Messmaschine auch als mechanischer Taster eingesetzt werden könnte.

Die in der Fig. 3 gezeigte Ausschnittsvergrößerung der Messsonde mit den beiden Messstrahlen 11, 11' zeigt weiter, dass beide Messstrahlen gleiche optische Wege aufweisen, ihre Brennpunkte also einen gleichen Abstand von der Kante 10 des Strahlenteilers 8 aufweisen, hier einen Abstand  $b$  von 1,36 mm. Weiter ist in der Fig. 3 gezeigt, dass die optische Faser des Lichtwellenleiters einen Durchmesser von 125  $\mu\text{m}$  und einen Mantel 13 mit Durchmesser 900  $\mu\text{m}$  aufweist, dass das Zentrierrohr 14 einen Außendurchmesser von 1,3 mm und einen Innendurchmesser von 1 mm aufweist, und dass das Zentrierteil 2 aus Keramik besteht. Weiter weist das optische System 4 einen Abstand  $a$  von 0,15 mm von dem Schaltungsteiler 8 auf.

Erfindungsgemäß werden vorzugsweise absolut gleich lange optische Wege der Messstrahlen durch Spiegelung erreicht. Es ergibt sich eine kurze Messzeit und hohe Messgenauigkeit durch die einmalige Abstimmung des Modulationsinterferometers für die Abtastung von mehreren Prüfflächen. Die erfindungsgemäße Anordnung erlaubt vorzugsweise eine einfache Montage bei gleichzeitig genauer Ausrichtung der Bauteile durch ein Zentrierrohr. Durch den Wegfall einer Umrüstung sowie die genaue Ausrichtung der Bauteile ergibt sich eine hohe Messgenauigkeit. Das Spiegelprisma kann aus geeignetem Material einfach hergestellt werden, ohne dass eine Brechzahl berücksichtigt werden muss. Die Anzahl der Messstrahlen kann erfindungsgemäß erhöht werden, um mehr als zwei Prüfflächen bzw. mehr als eine Referenzfläche und eine Prüffläche gleichzeitig abtasten zu können. Dies ist z.B. durch Erhöhung der Spiegelflächenanzahl des Spiegelprismas verwirklichbar.

Die zuvor beschriebene Ablenkung der Teilmessstrahlen bezüglich Richtung und optischem Weg in Abhängigkeit der Lage und Form der Prüfflächen unter der Berücksichtigung, dass jeweils nur ein Teilmessstrahl auf die verschiedenen Prüfflächen orthogonal fokussiert wird, kann z.B. durch Versehen der einzelnen Spiegelflächen mit unterschiedlichen dielektrischen Schichten auch ohne die Berücksichtigung, dass jeweils nur ein Teilmessstrahl auf die verschiedenen Prüfflächen orthogonal fokussiert wird, erfolgen, indem die Teilmessstrahlen z.B. entweder parallel polarisierend oder orthogonal polarisierend abgelenkt werden und die Auswertung der Messsignale unter Berücksichtigung der Polarisierung erfolgt. Natürlich können diese beiden Varianten auch kombiniert werden und es ist auch eine jeweils unabhängige oder eine gemeinsame Kombination mit der Variante möglich, gemäß der die von der Interferenzmesssonde abgestrahlten Lichtstrahlen mittels eines optischen Verschlusses „an- und abgeschaltet“ werden und so aufeinanderfolgend ausgewertet werden können.

30.12.2002-6/GÖ

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ansprüche

1. Verfahren zum Vermessen von wenigstens einer Prüffläche und einer Referenzprüffläche mit einer Interferenzmesssonde, die einen ersten Messstrahl abstrahlt, der hinsichtlich der Referenzprüffläche ausgerichtet ist, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein zweiter Messstrahl abgestrahlt wird, der hinsichtlich wenigstens der wenigstens einen Prüffläche ausgerichtet ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Messstrahl durch Zerlegung eines Lichtstrahls erzeugt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass alle Messstrahlen einen gleich langen optischen Weg aufweisen.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Messstrahl orthogonal auf eine Prüffläche oder auf die Referenzprüffläche ausgerichtet ist.

30

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Messposition der Interferenzmesssonde nur ein Messstrahl auf eine Prüffläche oder auf die Referenzprüffläche fokussiert.

5

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Messposition der Interferenzmesssonde wenigstens zwei unterschiedlich polarisierte Messstrahlen auf unterschiedliche Flächen der wenigstens einen Prüffläche und der Referenzprüffläche fokussieren.

10

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Messposition der Interferenzmesssonde wenigstens zwei Messstrahlen auf unterschiedliche Flächen der wenigstens einen Prüffläche und der Referenzprüffläche fokussierbar sind.

15

20. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es zum Messen des Fluchtens von verschiedenen Rotationsinnenflächen angepasst ist.

20

25. Vorrichtung zum Vermessen von wenigstens einer Prüffläche und einer Referenzprüffläche, mit einer Interferenzmesssonde, die einen ersten Messstrahl abstrahlt, der hinsichtlich der Referenzprüffläche ausgerichtet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Interferenzmesssonde wenigstens einen zweiten Messstrahl abstrahlt, der hinsichtlich wenigstens der wenigstens einen Prüffläche ausgerichtet ist.

30

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Messstrahl durch Zerlegung eines Lichtstrahls erzeugt wird, vorzugsweise mittels eines Spiegelprismas.

5

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass alle Messstrahlen einen gleich langen optischen Weg aufweisen.

10

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein Messstrahl orthogonal auf eine Prüffläche oder auf die Referenzprüffläche ausgerichtet ist.

15

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Messposition der Interferenzmesssonde nur ein Messstrahl auf eine Prüffläche oder auf die Referenzprüffläche fokussiert.

20

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Messposition der Interferenzmesssonde wenigstens zwei unterschiedlich polarisierte Messstrahlen auf unterschiedliche Flächen der wenigstens einen Prüffläche und der Referenzprüffläche fokussieren, die vorzugsweise mittels eines Spiegelprismas erzeugt werden, welches die Messstrahlen unterschiedlich polarisiert.

25

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Messposition der Interferenzmesssonde wenigstens zwei Messstrahlen auf unterschiedliche Flächen der wenigstens einen Prüffläche und der Referenzprüffläche fokussierbar

30

sind, die vorzugsweise über einen elektronischen Verschluss im Zeitmultiplex fokussiert werden.

- 5 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass alle zur Bildung der Messstrahlen verwendeten Bauteile eine zumindest teilweise zylindrische Außenform mit gleichem Außendurchmesser aufweisen und in ein Zentrierrohr mit entsprechendem Innendurchmesser eingebaut sind.
- 10 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass sie zum Messen des Fluchtens von verschiedenen Rotationsinnenflächen angepasst ist.

30.12.2002-6/Gö

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Vermessen von wenigstens einer Prüffläche und einer Referenzprüffläche mit einer Interferenzmesssonde, die einen ersten Messstrahl abstrahlt, der hinsichtlich der Referenzprüffläche ausgerichtet ist, wobei von dieser wenigstens ein zweiter Messstrahl abgestrahlt wird, der hinsichtlich wenigstens der wenigstens einen Prüffläche ausgerichtet ist.

15

20  
(Figur 1)

1/3

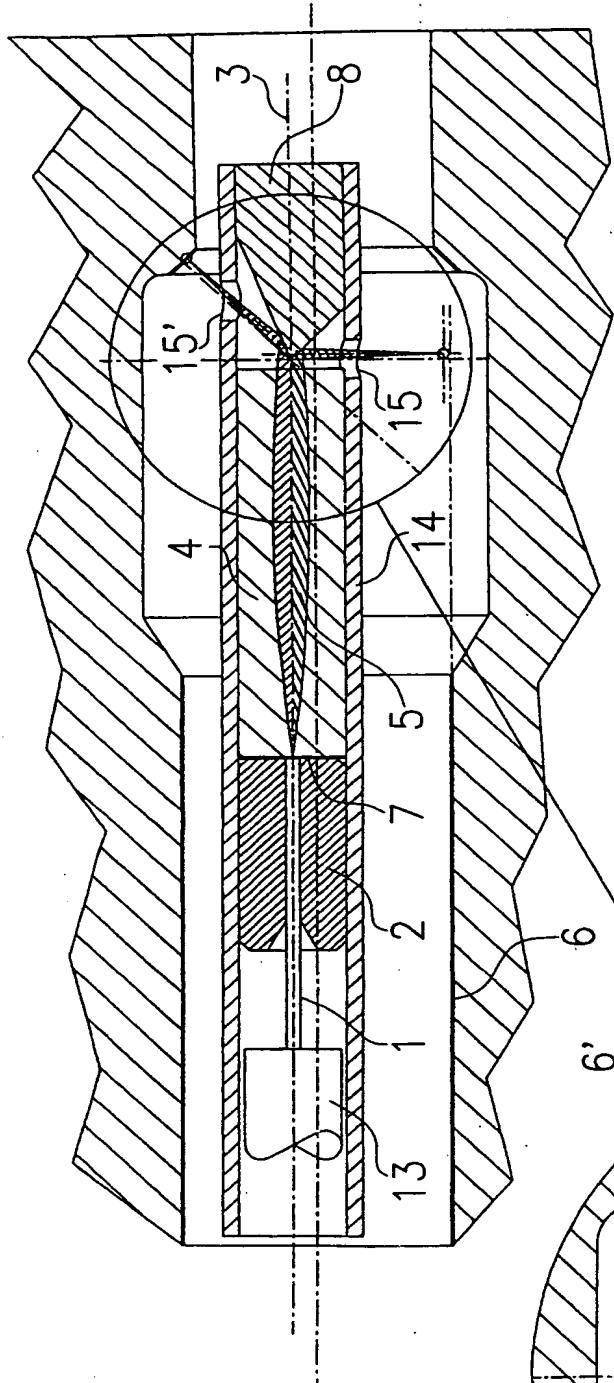
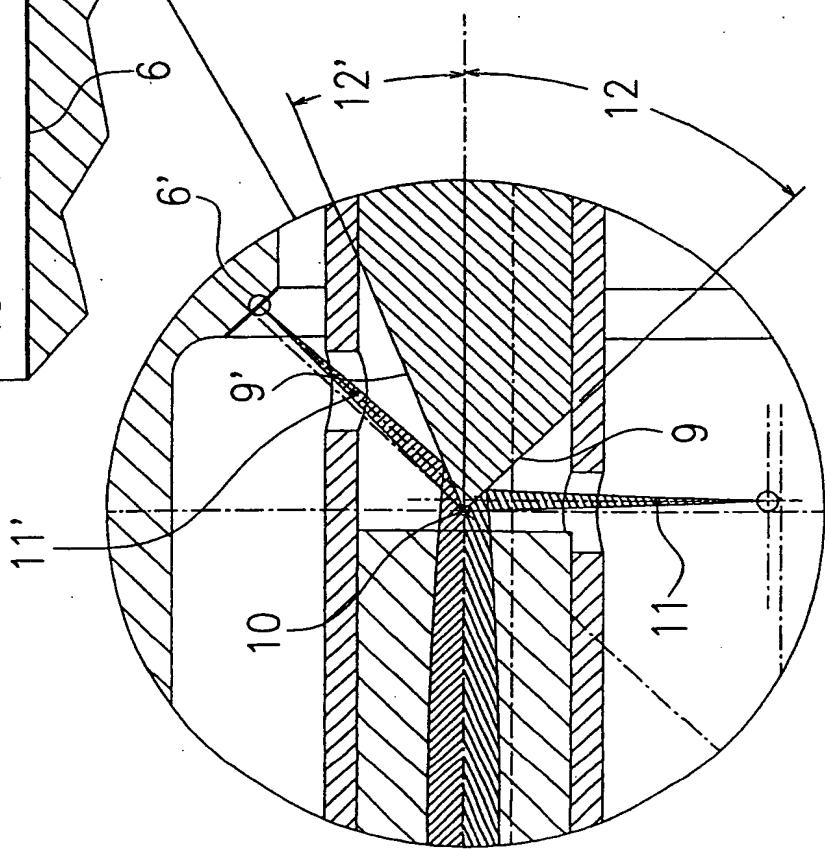
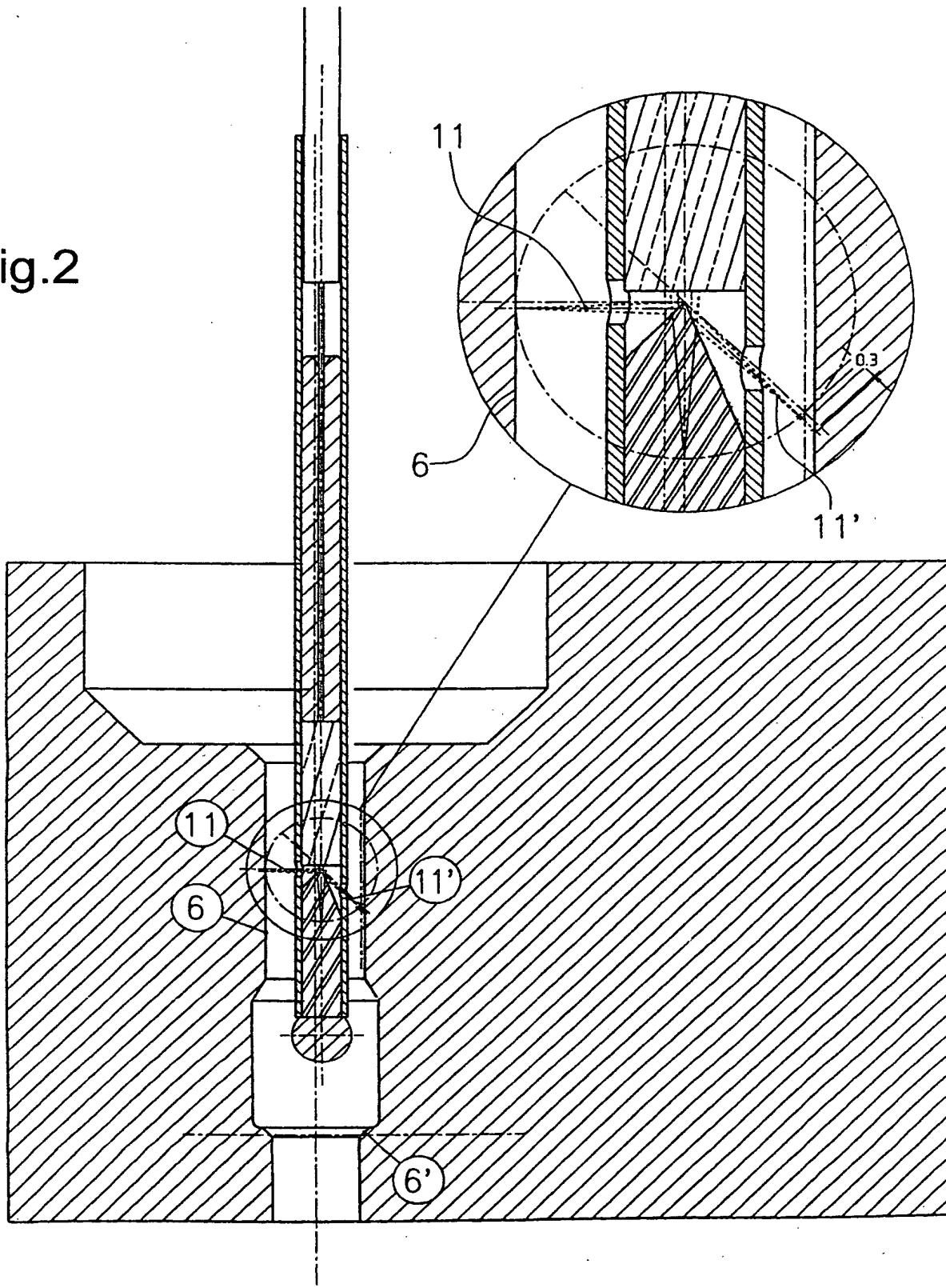


Fig.1



2/3

Fig.2



3/3

Fig.3

